

# EUPORIAS

## Predicciones climáticas de plazo estacional

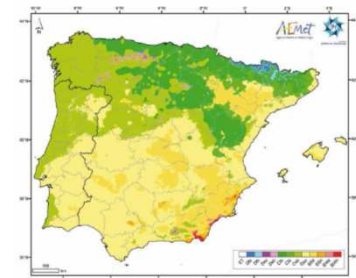
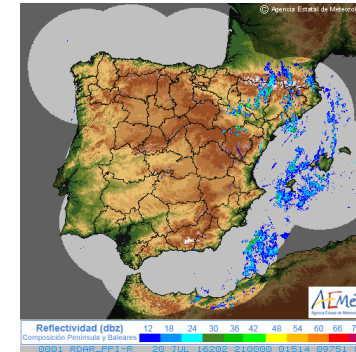
**E. Rodríguez, AEMET**

Taller de Trabajo “Uso de predicciones climáticas estacionales para la gestión de los embalses”

Madrid 10 de noviembre de 2016

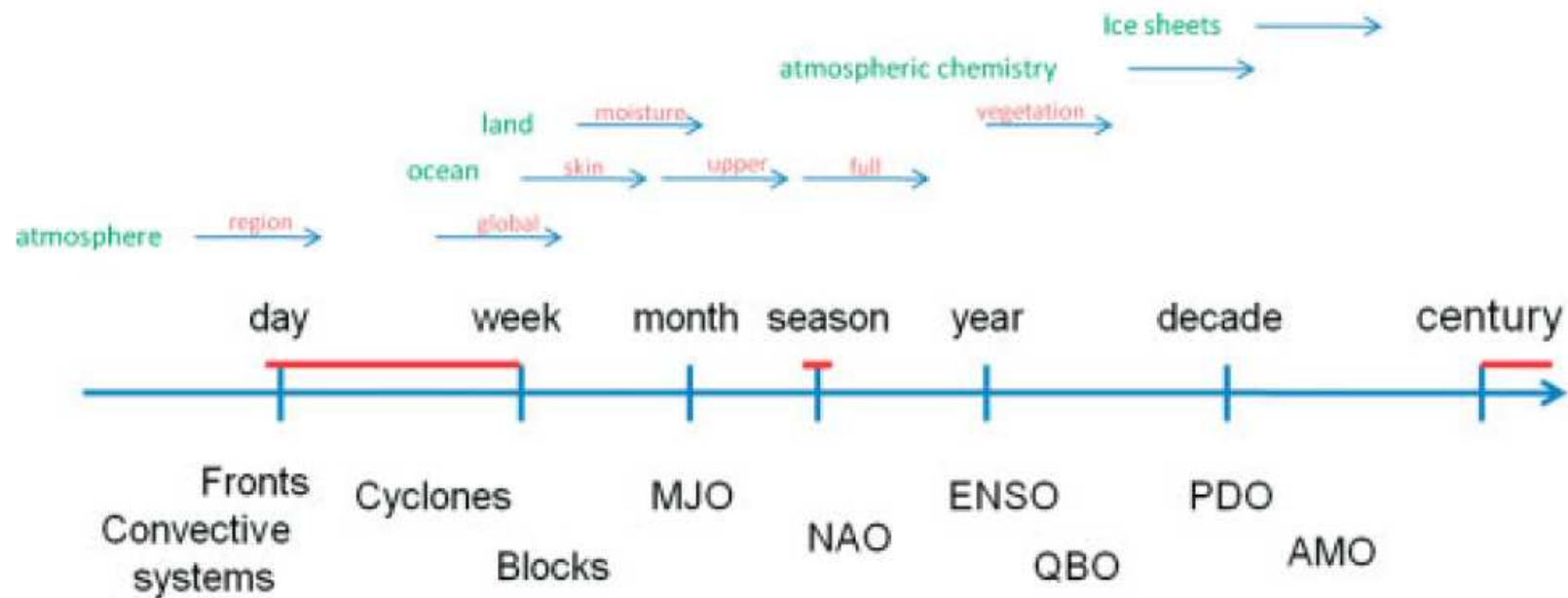
# Tiempo y clima

- **Tiempo** → Estado que presenta la atmósfera en un momento determinado.
- **Clima** → Descripción estadística (media, variabilidad) del tiempo atmosférico.



- **Clima** → En un sentido más amplio, el clima es el estado del sistema climático (sistema muy complejo que consta de cinco componentes principales: atmósfera, hidrosfera, criosfera, litosfera y biosfera) y de las interacciones entre ellos. El clima varía en todas las escalas de tiempo: intra-anual, inter-anual, decadal, secular etc.

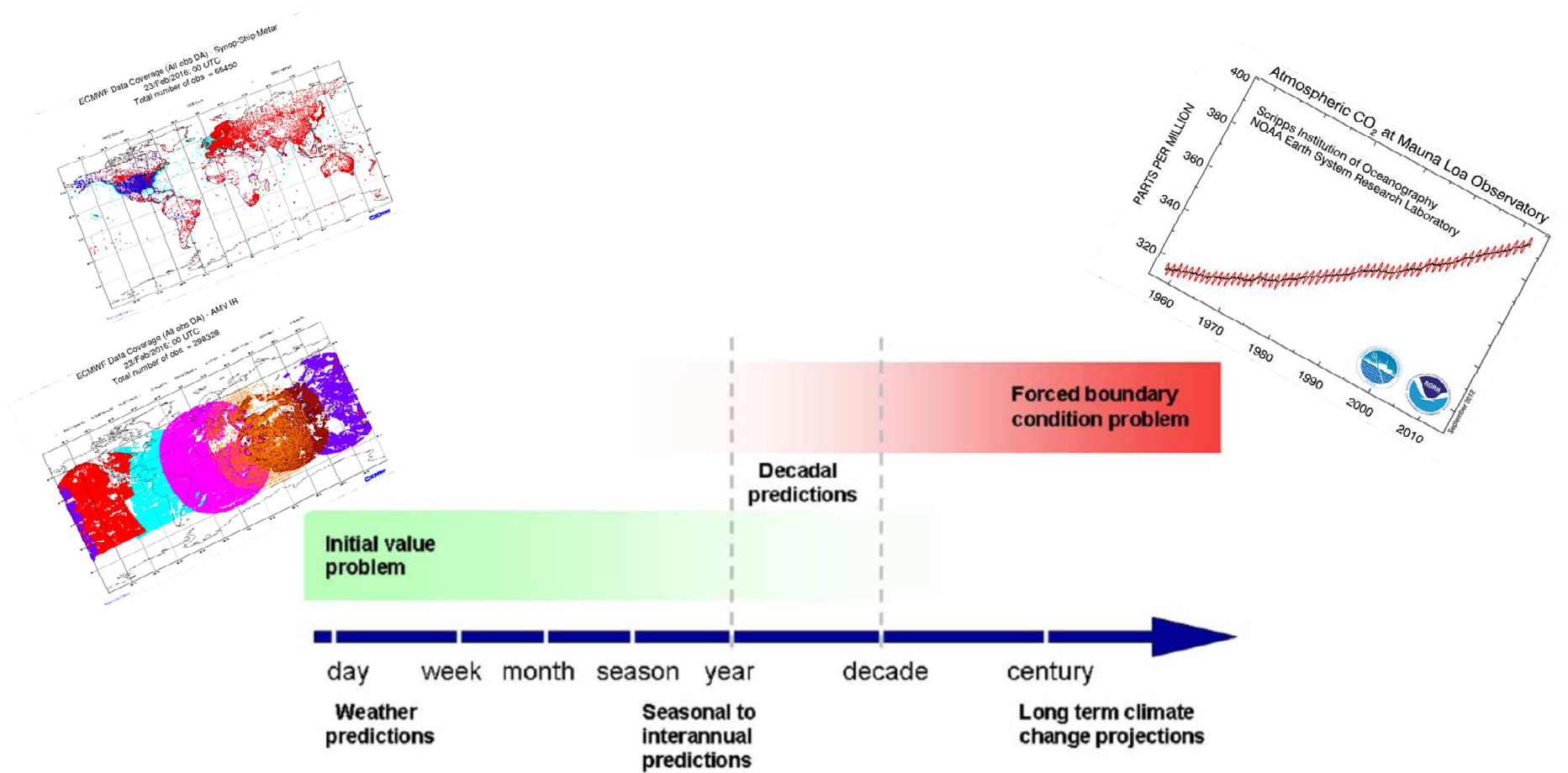
# El problema de la predicción unificada (“seamless”) del tiempo y del clima



Las escalas de tiempo se muestran a lo largo del eje en el centro. En los años 1980-2005 la predicción se ha centrado en los alcances representados por las líneas rojas. Algunos fenómenos en las diferentes escalas de tiempo se muestran en la parte inferior. En la parte superior se indican los **componentes del sistema de la Tierra que necesitan ser representados**.

(Hoskins 2012)

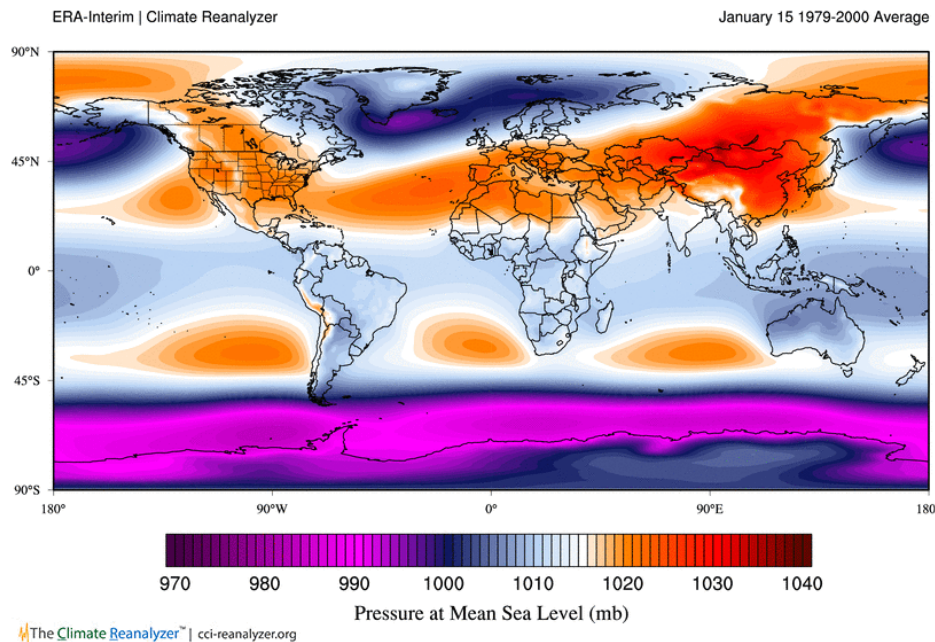
# Predicción en diferentes escalas temporales



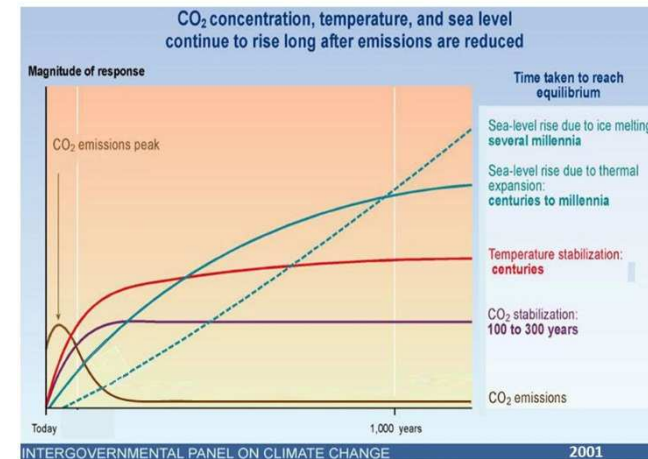
(IPCC 2013)

# 3 categorías de predecibilidad estacional

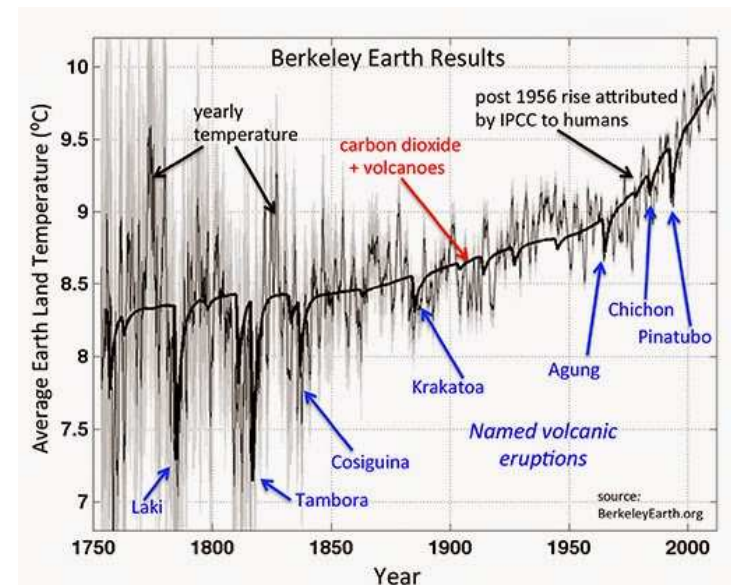
- Variables con **INERCIA**/ memoria: océano, hielo marino, nieve, humedad suelo



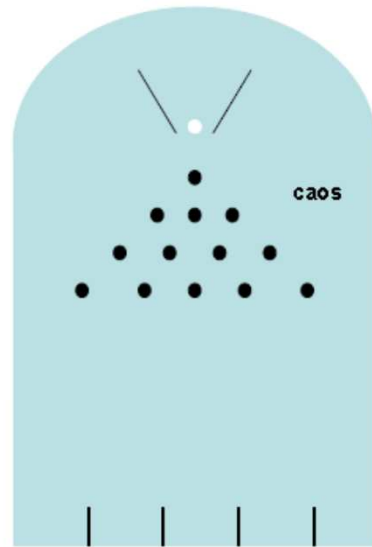
- **FORZAMIENTO** externo: erupciones volcánicas, cambios en actividad solar



- **PATRONES** dominantes de variabilidad: ENSO, NAO, etc

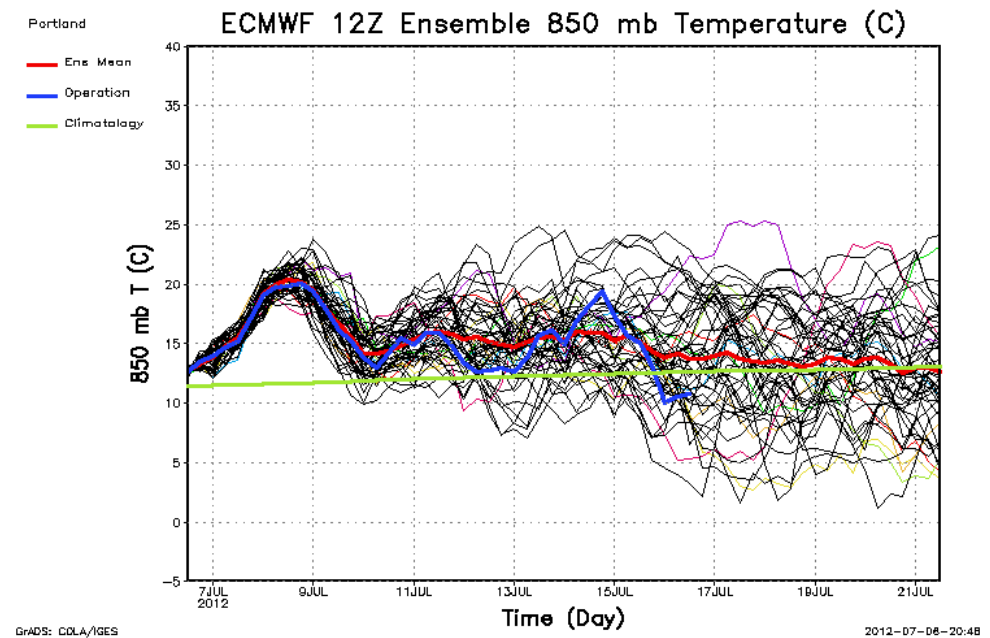
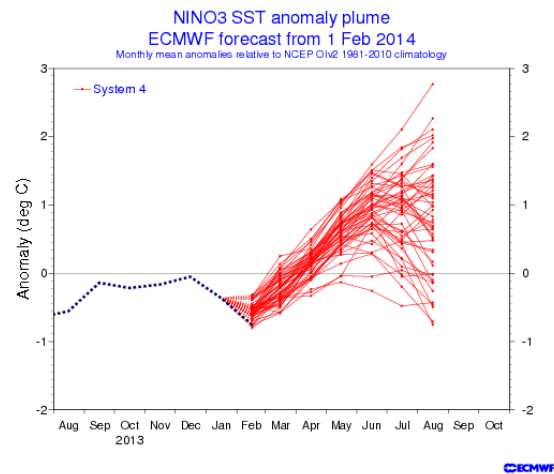


# Extrema dependencia CIs $\rightarrow$ Caos $\rightarrow$ No determinismo $\rightarrow$ Probabilidades



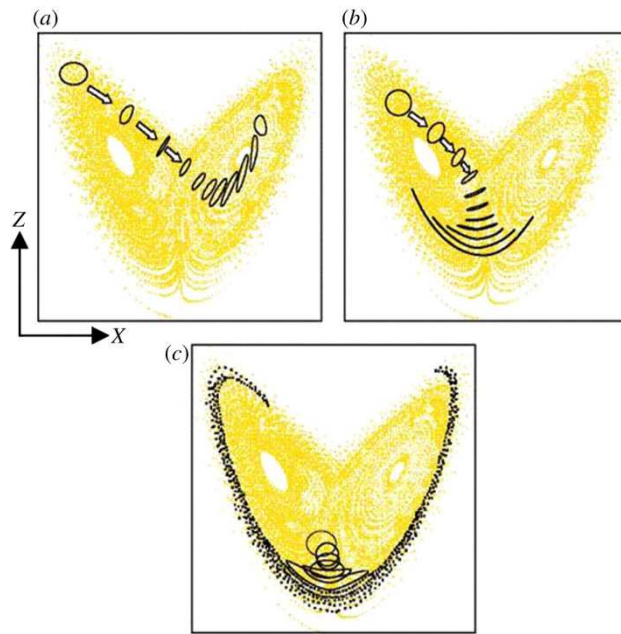
# Extrema dependencia CIs → Caos → No determinismo → Probabilidades

¿Cómo expresar probabilidades? → Múltiples predicciones → Ensembles

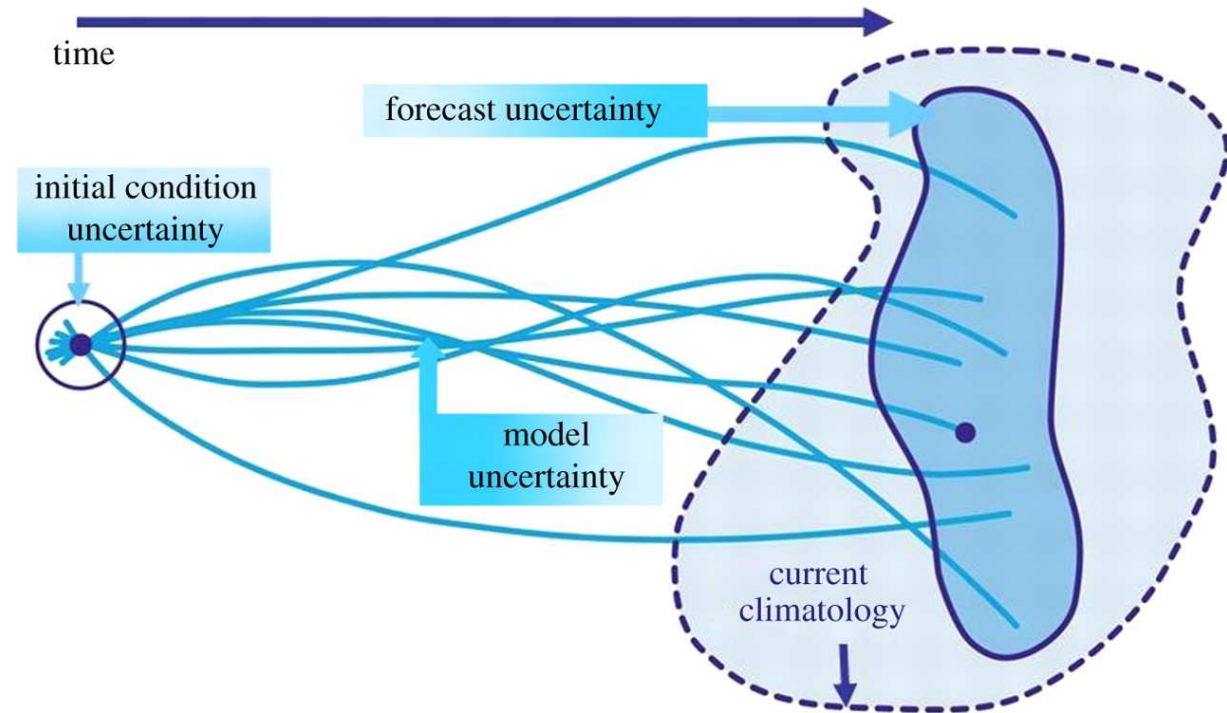




# Extrema dependencia Cls → Caos → No determinismo → Probabilidades



La predecibilidad de un sistema caótico depende de las condiciones iniciales (Lorenz 1963)



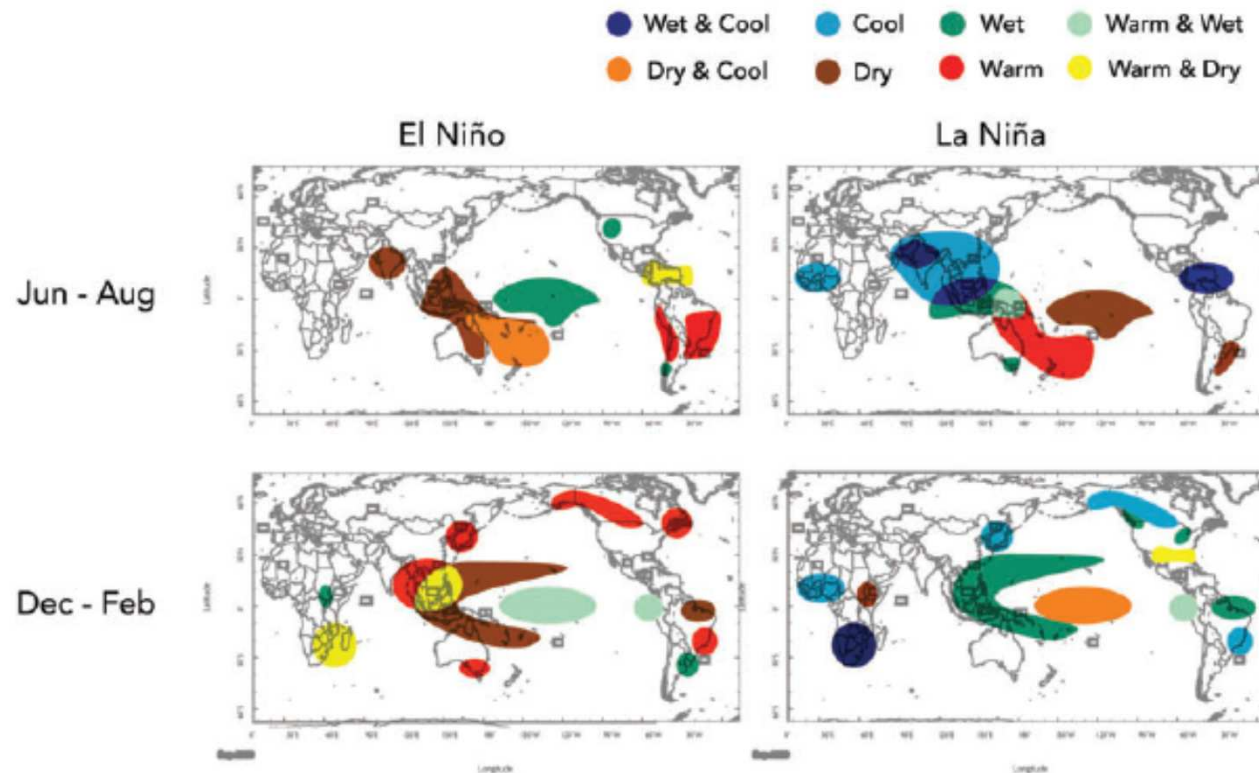
Las trayectorias de las predicciones individuales divergen debido a las incertidumbres en las condiciones iniciales y las aproximaciones del modelo (p.e., los procesos subrejilla). Todos los estados posibles (climatología) tienen como envolvente la línea discontinua, mientras que los estados muestreados por el ensemble tienen como envolvente la línea continua. (Slingo y Palmer 2011)



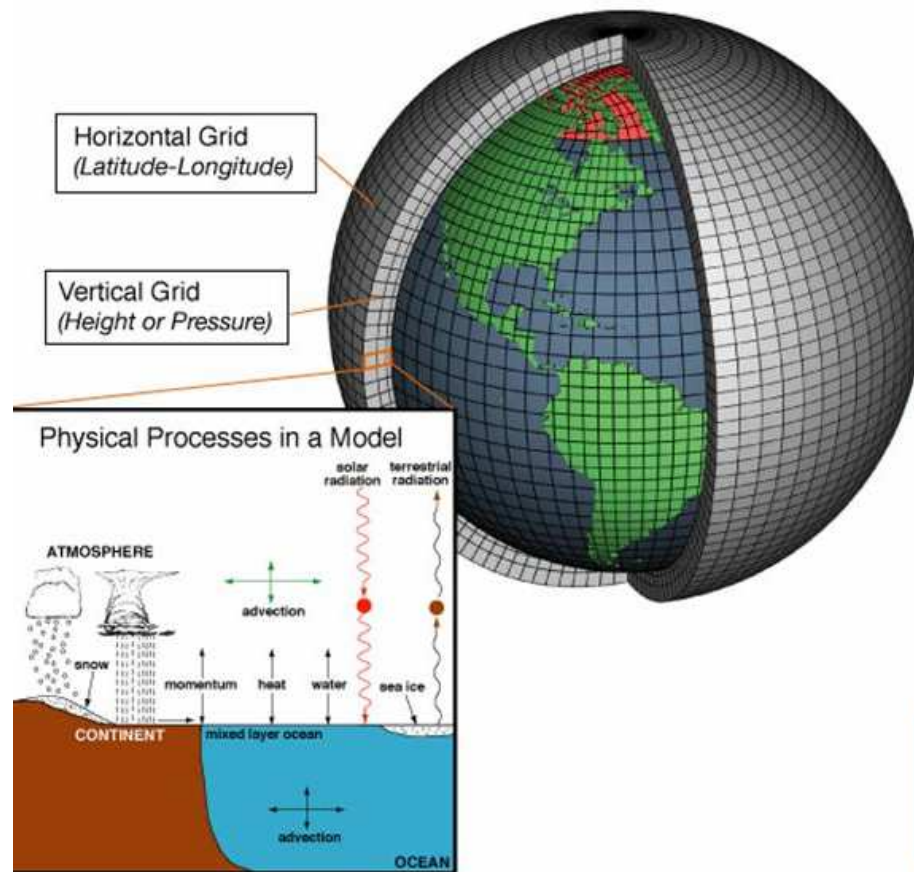
# Modelos empíricos

Relaciones estadísticas robustas entre un conjunto reducido de variables, por ej:

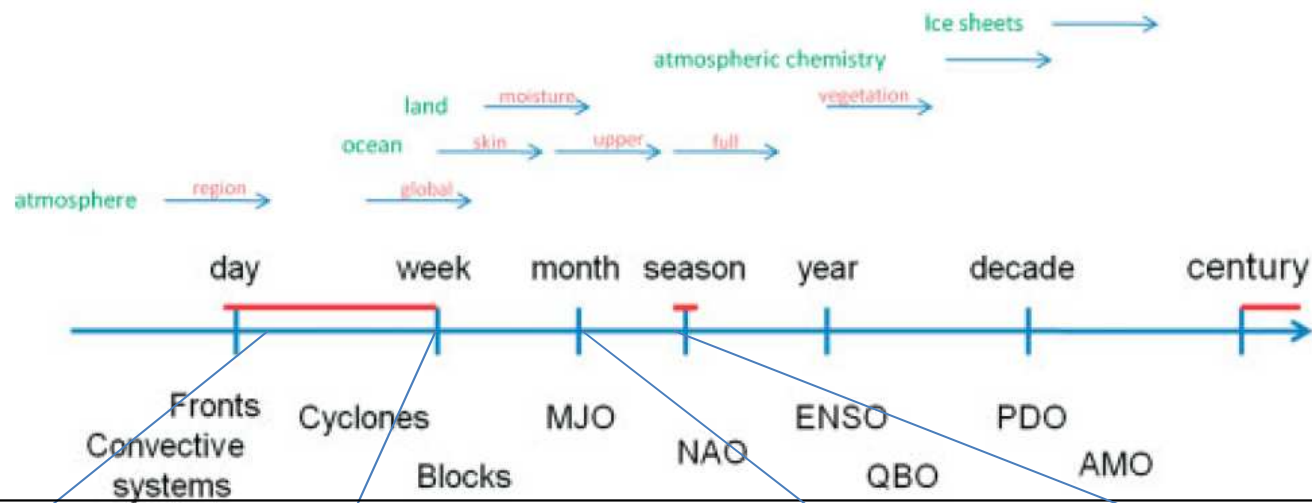
- Temperatura agua del mar en el Pacífico (El Niño) y pcp/T en distintas zonas de América/Asia
- Humedad del suelo y temperatura en primavera
- Temperatura del agua del mar y nº de huracanes en el Atlántico
- Avance de la nieve en Eurasia y NAO...



# Modelos climáticos



- Los modelos climáticos son programas informáticos basados en las ecuaciones que describen la evolución de los distintos componentes del sistema climático (atmósfera, océano, hielos, biosfera, ...), sus interacciones y sus procesos de retroalimentación.
- Los modelos climáticos poseen una complejidad variable. Para cualquiera de los componentes del modelo climático existe una jerarquía de modelos que difieren en el número de dimensiones espaciales, resolución, procesos físicos, químicos o biológicos explícitamente representados o el diferente nivel de las parametrizaciones empíricas para los procesos no explícitamente resueltos.

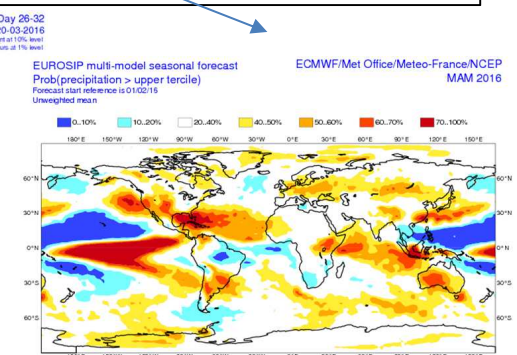
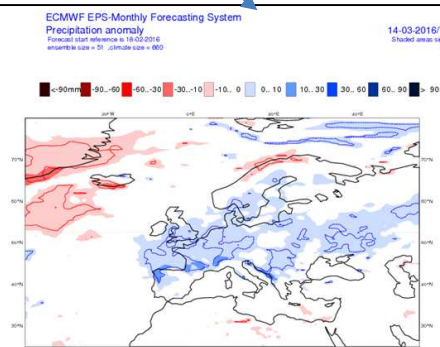
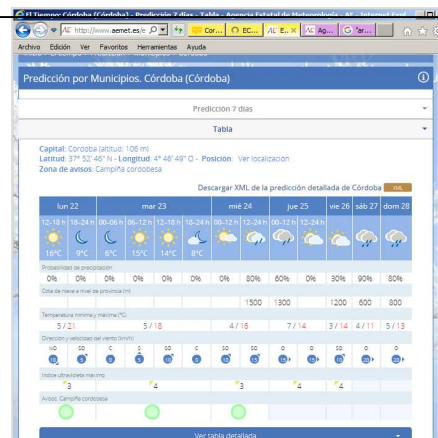
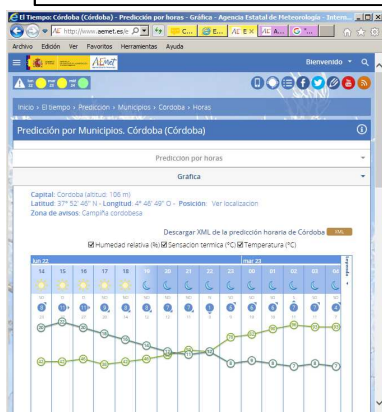


Horaria

Diaria

Semanal

Trimestral





# Predicción estacional (3 meses)

EUROSIP multi-model seasonal forecast

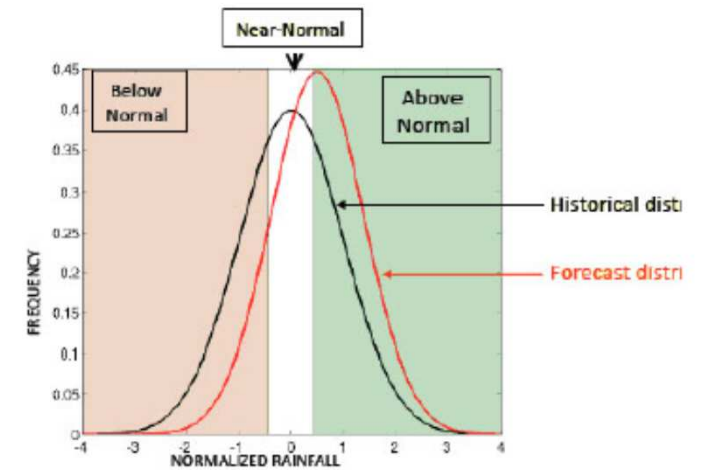
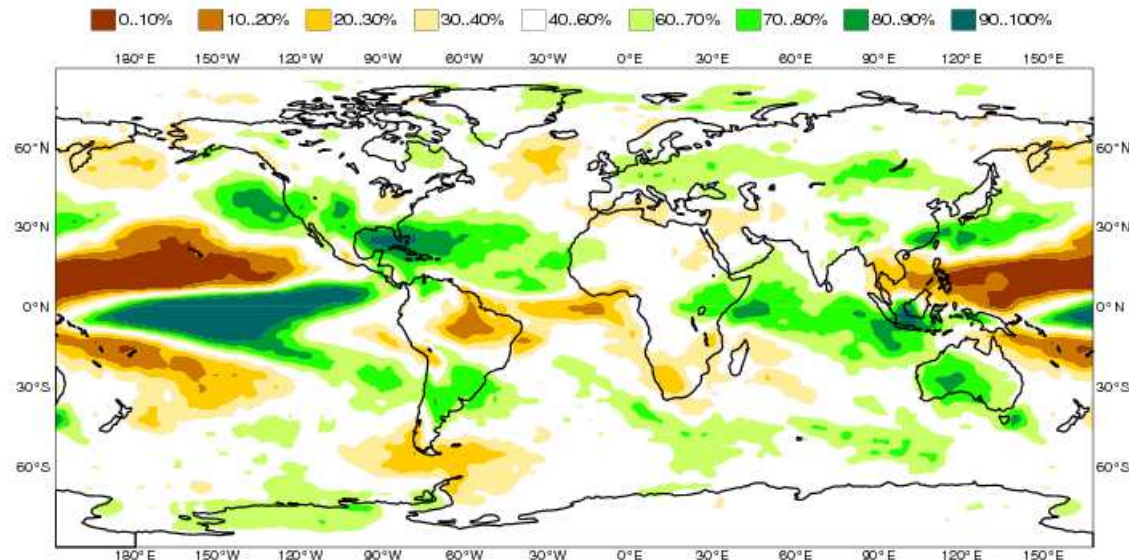
Prob(precipitation > median)

Forecast start reference is 01/02/16

Unweighted mean

ECMWF/Met Office/Meteo-France/NCEP

MAM 2016



EUROSIP multi-model seasonal forecast

Prob(precipitation < lower tercile)

Forecast start reference is 01/02/16

Unweighted mean

ECMWF/Met Office/Meteo-France

EUROSIP multi-model seasonal forecast

Prob(lower tercile < precipitation < upper tercile)

Forecast start reference is 01/02/16

Unweighted mean

ECMWF/Met Office/Meteo-France

EUROSIP multi-model seasonal forecast

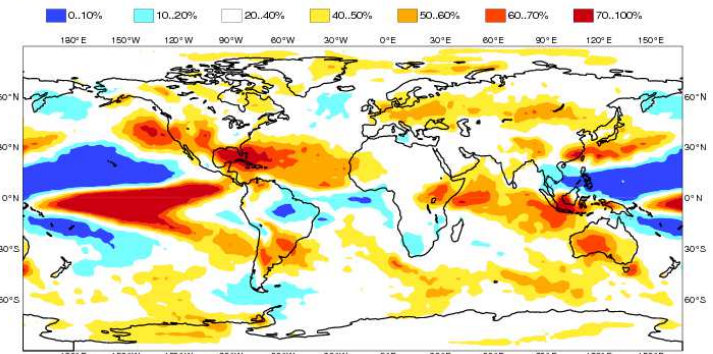
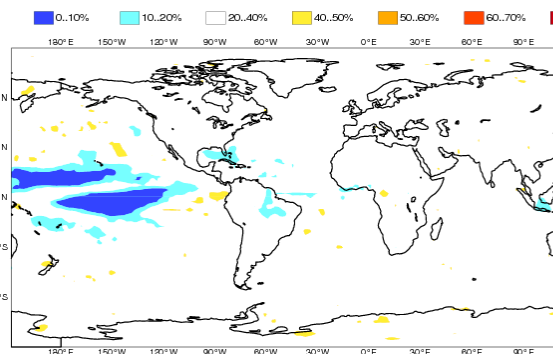
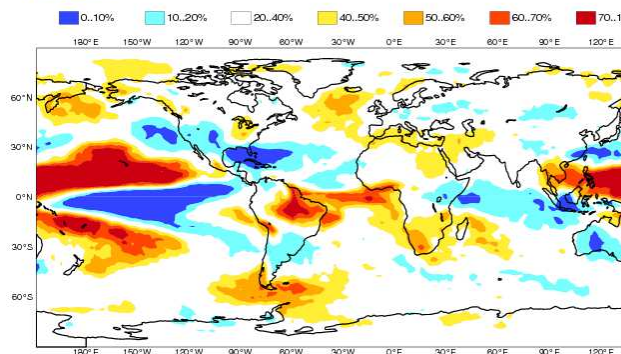
Prob(precipitation > upper tercile)

Forecast start reference is 01/02/16

Unweighted mean

ECMWF/Met Office/Meteo-France/NCEP

MAM 2016

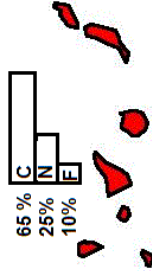


# PROBABILIDAD DE LA CATEGORÍA MÁS PROBABLE DE TEMPERATURA FEBRERO-MARZO-ABRIL-2016

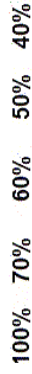
Porcentaje de probabilidad:

C	Temperatura superior a lo normal
N	Temperatura cerca de lo normal
F	Temperatura inferior a lo normal

Los colores muestran la probabilidad de la categoría más probable. El color blanco indica la climatología



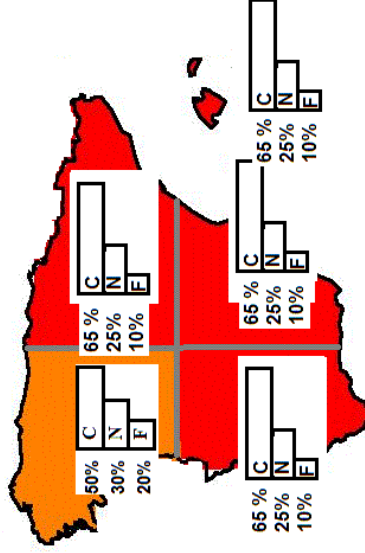
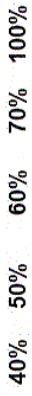
Probabilidad categoría inferior



© Agencia Estatal de Meteorología

AE Met  
Agencia Estatal de Meteorología

Probabilidad categoría superior

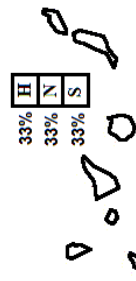


# PROBABILIDAD DE LA CATEGORÍA MÁS PROBABLE DE PRECIPITACIÓN FEBRERO-MARZO-ABRIL -2016

Porcentaje de probabilidad:

H	Precipitación superior a lo normal
N	Precipitación cerca de lo normal
S	Precipitación inferior a lo normal

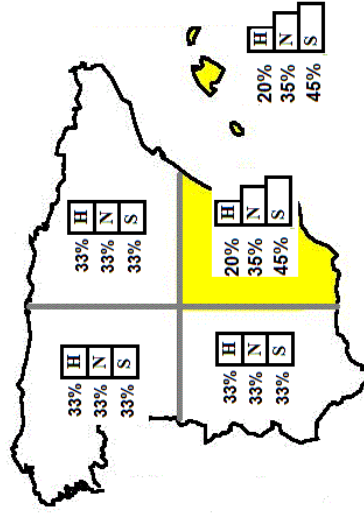
Los colores muestran la probabilidad de la categoría más probable. El color blanco indica la climatología



Probabilidad categoría inferior



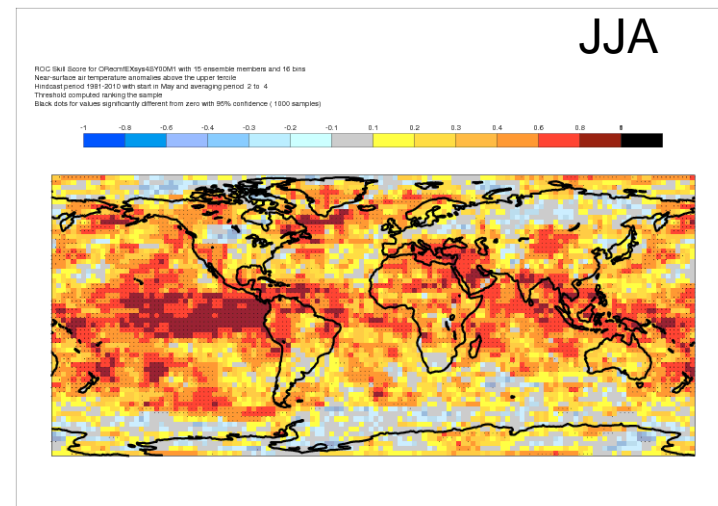
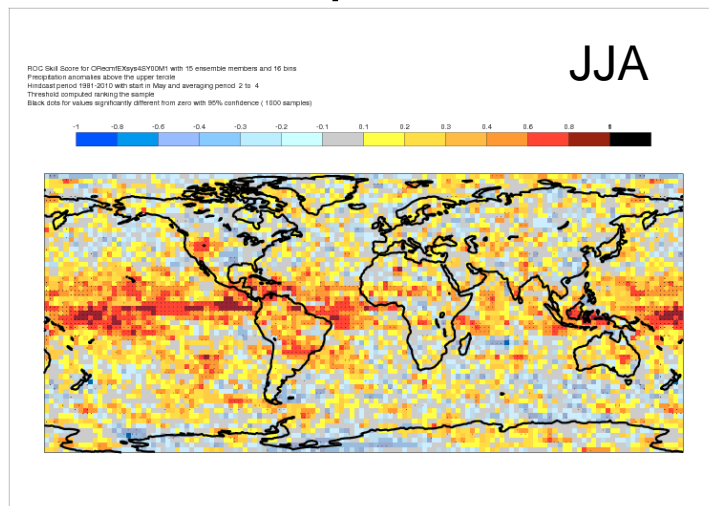
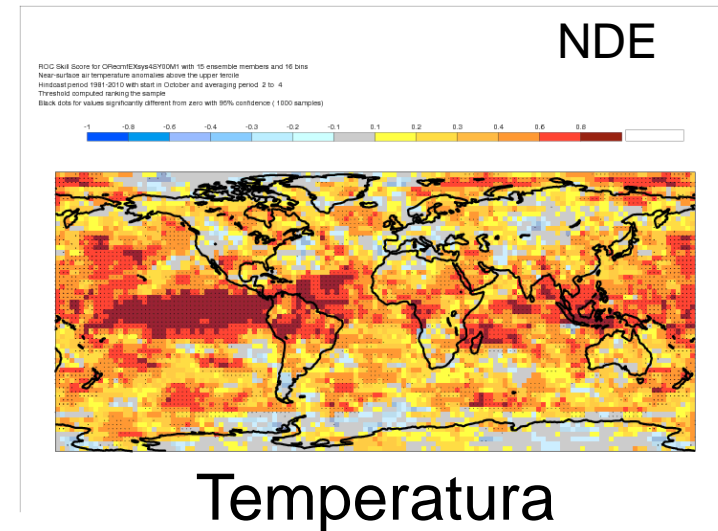
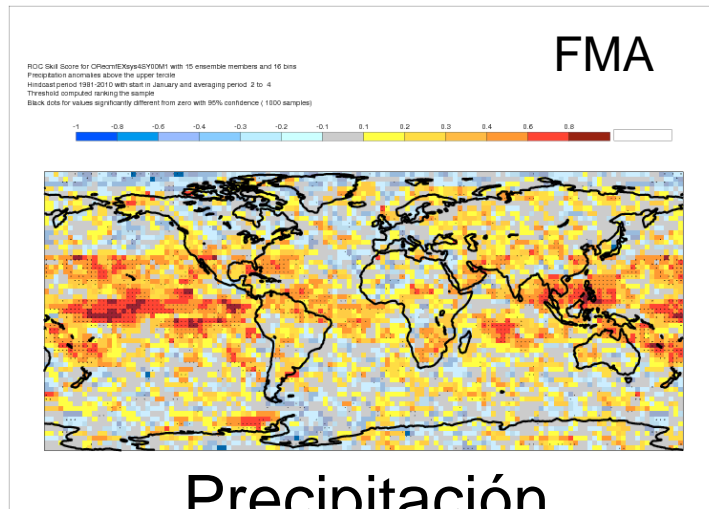
Probabilidad categoría superior



© Agencia Estatal de Meteorología

AE Met  
Agencia Estatal de Meteorología

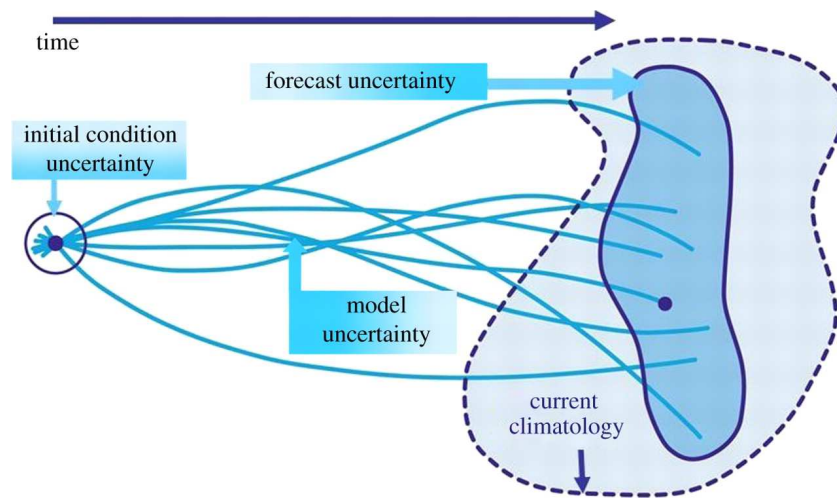
# Pericia de modelos de predicción estacional





# Conclusiones

- El sistema climático es **predecible a escala estacional**, siendo la pericia de estas predicciones a escala estacional muy dependiente de la región, estación, sistema de predicción, variable, etc.
- La predecibilidad a escala estacional tiene su origen en la larga **memoria** de algunos componentes del sistema climático, en la existencia de **patrones de variabilidad** y en los **forzamientos externos**.
- Los **modelos numéricos** y los **algoritmos empíricos** son las herramientas principales para hacer predicciones a escala estacional.
- Los **modelos numéricos tienen en general muy baja pericia** a escala estacional sobre latitudes medias. Sin embargo hay ciertas **ventanas de oportunidad** en las que los **algoritmos empíricos** pueden tener una pericia muy notable.
- El sistema climático es **caótico** con extrema dependencia de las condiciones iniciales y a escala estacional las predicciones solamente se pueden expresar en **forma probabilística**, frecuentemente en forma de **terciles**



¡Muchas gracias por su atención!